

Neutrosophic Computing and Machine Learning, Vol. 29, 2023

University of New Mexico 

Análisis estadístico neutrosófico sobre la variación de viscosidad del aceite sae 10w30 semisintético y sintético en función del kilometraje recorrido.

Neutrosophic statistical analysis of the viscosity variation of semi-synthetic and synthetic sae 10w30 oil as a function of mileage travelled.

Giovanny Vinicio Pineda Silva [1], Jorge Luis Cepeda Miranda [2], Antonio Gabriel Castillo Medina[3], and Juan Diego Zurita Vargas [4]

[1] Universidad Regional Autónoma de Los Andes, Ambato. Ecuador. **E-mail:** ua.giovannypineda@uniandes.edu.ec

[2] Universidad Regional Autónoma de Los Andes, Ambato. Ecuador. **E-mail:** ua.jorgecepeda@uniandes.edu.ec

[3] Universidad Regional Autónoma de Los Andes, Ambato. Ecuador. **E-mail:** ua.antoniocm83@uniandes.edu.ec

[4] Universidad Regional Autónoma de Los Andes, Ambato. Ecuador. **E-mail:** ua.juanzv40@uniandes.edu.ec

Resumen. La investigación comparativa entre los aceites lubricantes Kendall GT-1 Max Motor Oil SAE 10W30 (Sintético) y Kendall GT-1 High Performance Motor Oil SAE 10W30 (Semisintético) surge de la inquietud de usuarios de vehículos sobre el uso y ventajas que presenta cada tipo de aceite, por lo que se optó por desarrollar la evaluación de la variación de la viscosidad cinemática en función del kilometraje recorrido, medido a partir del último cambio de aceite en vehículos de servicio público. La viscosidad cinemática es una de las propiedades más significativas para la correcta operatividad de un lubricante y para su medición se utilizó un viscosímetro de Stokes. El objetivo de la presente investigación es realizar un análisis estadístico neutrosófico sobre la variación de viscosidad del aceite sae 10w30 semisintético y sintético en función del kilometraje recorrido, se desarrolló una investigación donde priva el enfoque cuantitativo. Para ello se utilizaron métodos teóricos, empíricos y matemáticos estadísticos. como resultado se obtuvo que el aceite sintético presentó una disminución en la viscosidad cinemática en un 22.31%, mientras que el aceite semisintético se degradó en un 38.89%, después de haber recorrido 7000 km. Al aplicar técnicas estadísticas de comprobación de hipótesis y neutrosóficas se demostró que efectivamente existe una diferencia significativa entre los porcentajes de degradación de viscosidad entre los dos tipos de aceite lubricante; por lo tanto, se justifica el uso del aceite sintético al poseer mejores características para minimizar la degradación de la viscosidad, lo cual colabora con la prolongación de la vida útil de los elementos móviles del motor, al poseer una lubricación con mejores características.

Palabras clave: estadística neutrosófica, lubricante; viscosidad cinemática; aceite sintético; aceite semisintético

Summary. The comparative research between Kendall GT-1 Max Motor Oil SAE 10W30 (Synthetic) and Kendall GT-1 High Performance Motor Oil SAE 10W30 (Semi-synthetic) arises from the concern of vehicle users about the use and advantages of each type of oil, so it was decided to develop the evaluation of the variation of kinematic viscosity as a function of the mileage traveled, measured from the last oil change in public service vehicles. Kinematic viscosity is one of the most significant properties for the correct operation of a lubricant and a Stokes viscometer was used for its measurement. The objective of this research is to carry out a neutrosophic statistical analysis on the variation of viscosity of semi-synthetic and synthetic sae 10w30 oil as a function of mileage traveled. Theoretical, empirical and mathematical statistical methods were used for this purpose. As a result, the synthetic oil showed a 22.31% decrease in kinematic viscosity, while the semi-synthetic oil degraded by 38.89% after having traveled 7000 km. By applying hypothesis testing and neutrosophic statistical techniques, it was shown that there is indeed a significant difference between the viscosity degradation percentages between the two

types of lubricating oil; therefore, the use of the synthetic oil is justified, since it has better characteristics to minimize viscosity degradation, which contributes to the extension of the useful life of the engine's moving parts, since it has better **lubrication characteristics.**

Keywords: neutrosophic statistics; lubricant; kinematic viscosity; synthetic oil; semi-synthetic oil.

1 Introducción

El campo automotor ingenieril en el Ecuador está actualmente enfocado en la ejecución de técnicas aplicadas al diseño y ensamblaje de vehículos; sin embargo, el proceso de lubricación es un aspecto fundamental que incide directamente en la vida útil de los elemento del motor de combustión interna, así como la correcta operatividad del sistema de lubricación, donde las propiedades del fluido de trabajo son de suma importancia y por ende necesario de considerarlas para el desarrollo de la industria automotriz nacional como parte del mantenimiento preventivo y predictivo.

Una de las inquietudes que sobresale entre los usuarios de los vehículos es si existen diferencias significativas entre usar un aceite lubricante de motor semisintético y sintético, donde las especificaciones del fabricante recomienden el uso de cualquiera de las dos alternativas.

La viscosidad es una de las propiedades más importantes a considerar como caso de estudio de un aceite lubricante, pues representa la resistencia que presenta un líquido a fluir y está directamente relacionada con la adherencia entre las partículas que lo conforman y esto hace que la fricción entre dos componentes se vea disminuida al formar una capa entre ellas según argumenta Castillo [1]; razón por la cual, su variación en función del kilometraje recorrido de un vehículo podría incidir negativamente en la lubricación de los componentes, es por esta razón que un análisis estadístico comparativo para definir si existen o no diferencias significativas en esta propiedad es fundamental como base para estudios tribológicos posteriores.

La temperatura y la tasa de corte que representa una medida de fuerza aplicada al aceite relacionada con la velocidad de desplazamiento de elementos móviles del motor y su afectación a la viscosidad de un aceite lubricante multígrado, elaborado por Goyal, Agarwal, y Sharma, [2], indica que la viscosidad del aceite disminuye mediante una relación no lineal a medida que la velocidad de corte aumenta y mediante una función lineal cuando la temperatura eleva su magnitud; es necesario recalcar además que se determinó que a altas velocidades de corte el aceite mostró un comportamiento no newtoniano, parámetro a considerar para establecer estrategias más efectivas de mantenimiento y cambio de aceite.

En una investigación desarrollada por Mahfouz, Islam, y Hasan, [3], el objetivo de estudio fue analizar el efecto del kilometraje y tiempo de servicio de un motor de combustión interna en la viscosidad e índice de viscosidad del aceite lubricante 10W30; recolectaron muestras de aceite usado y después de evaluar sus propiedades, los resultados mostraron que disminuyen a medida que aumenta el kilometraje y tiempo de servicio del motor, por lo que recomiendan monitorear la disminución de la viscosidad y ajustar el período de cambio del aceite de acuerdo al kilometraje y necesidades del motor, para garantizar su protección óptima.

Otro de los estudios se focalizó en analizar la incidencia de las condiciones de operación como temperatura del aceite y tiempo de uso de motores diésel y gasolina, desarrollado por Reddy, Ahmad, y Padmanabhan, [4]; después de tomar las muestras necesarias y analizar los resultados obtenidos llegaron a la conclusión de que la viscosidad del aceite se ve influenciada por la temperatura de operación, siendo los motores diésel más sensibles a los cambios en estas condiciones que los utilizados en motores a gasolina.

Los datos de la investigación se basan en una muestra de 92 automóviles que laboran en la ciudad de Ambato como servicio de transporte público, cuyo año de fabricación está comprendido entre 2019 y 2020 con la finalidad de minimizar sesgos en los datos obtenidos por una diferencia considerable en el tiempo de uso del motor; los resultados obtenidos están medidos bajo las condiciones de altura sobre el nivel mar, presión y temperatura atmosférica de la localidad, en la mitad de los vehículos seleccionados se hará uso de aceite semisintético y en los restantes aceite sintético.

El viscosímetro de Stokes correctamente calibrado es un instrumento utilizado para determinar la viscosidad cinemática de un fluido lubricante, según Pereira, Da Silva, y Tavares, [5], el proceso está basado en la medición del tiempo que tarda en caer una esfera, cuya densidad es previamente conocida o calculada a través del fluido en estudio, para posteriormente hallar la viscosidad cinemática por medio de un modelo matemático preestablecido, [6].

Viscosidad cinemática $\nu = \frac{2(d_e - d_f) \cdot g \cdot r^2}{9V.d_f}$

Ec.1

En la ecuación anterior, r y d_e representan el radio y la densidad de la esfera respectivamente, d_f la densidad del fluido, V la velocidad límite y el valor de la aceleración de la gravedad de la localidad donde se desarrolle el ensayo dado por g.

Uno de los estadísticos que permite identificar si existen o no diferencias significativas entre los resultados de variación de la viscosidad es la prueba t de Student, la cual permite comparar dos grupos independientes, siempre y cuando los datos se ajusten a una distribución normal, [7].

Estadígrafo t de Student: $t = \frac{\bar{x} - u}{s/\sqrt{n}}$

Ec.2

Donde $\bar{x}$ representa la media aritmética muestral, u la media poblacional, S la desviación estándar y n el número de elementos o mediciones.

En casos donde los datos no se ajustan a una distribución normal, es aplicable la prueba de Wilcoxon, según criterios emitidos por Gravetter y Wallnau, [8] para establecer la diferencia de dispersión entre dos muestras independientes; es conocida también como la prueba de los signos, estableciendo un rango a cada una de las variaciones entre los valores a analizar de los grupos y posteriormente elaborar la sumatoria para compararla con los preestablecidos, si el valor calculado resulta mayor que el de tabla, se estable que existen diferencias significativas entre los grupos, [9].

Una prueba útil para determinar si un conjunto de datos se ajusta a una distribución normal es el test de Shapiro – Wilk, el mismo que es aplicable donde el número de datos u observaciones es inferior a 50; es necesario recalcar que el resultado de esta prueba debe ser corroborado además con la gráfica de distribución de los datos, la cual debe cumplir de manera cualitativa con la curva de Gauss. Aspectos mencionados por Peck, Olsen, & Devore, [10].

Para la investigación se seleccionó un aceite lubricante semisintético y uno sintético de la misma marca comercial, con la finalidad de minimizar la probabilidad de presencia de sesgos en los resultados por procesos de elaboración y envasado o calidad diferenciada de una marca a otra Corella, [11]; a continuación, se muestra una tabla en la que constan aceites lubricantes de marcas con mayor aceptación en el mercado local:

Tabla 1. Aceites de motor a gasolina con mayor aceptación comercial

Descripción	Marca	Codificación
Aceite semisintético GT-1 High Performance Motor Oil SAE 10W30	Kendall	SS-10W30-K
Aceite semisintético SAE 10W30	Gulf	SS-10W30-G
Aceite sintético GT-1 Max Motor Oil SAE 10W30	Kendall	S-10W30-K
Aceite sintético Magnatec SAE 10W30	Castrol	S-10W30-C
Aceite sintético Quartz 7000 Future XT SAE 10W30	Total	S-10W30-T

Fuente: (Vimos, [12]

La marca de lubricantes seleccionada es Kendall [13], la cual a más de ser una de las mayormente aceptadas comercialmente en la zona centro del país, ofrece series de aceite sintético y semisintético; condiciones necesa-

rias para el correcto desarrollo del estudio comparativo, bajo las condiciones preestablecidas de homogeneidad del proceso de fabricación y control de calidad preestablecido.

El aceite lubricante sintético Kendall GT-1 Max Motor Oil SAE 10W30, está formulado con aditivos de alto rendimiento que colaboran en la limpieza del motor y por ende a reducir el desgaste, la cual provee una mejor protección contra el cambio de viscosidad y una mayor resistencia a la descomposición térmica a altas temperaturas, además posee baja volatilidad y mayor protección en frío que facilita un arranque más seguro, según Kendall, [13], sus especificaciones técnicas se muestran a continuación:

Tabla 2. Especificaciones técnicas del aceite Kendall GT-1 Max Motor Oil SAE 10W30

Parámetro	Método	Valor típico	Unidad
Densidad @ 15°C	ASTM D4052	0.853	g/ml
Viscosidad cinemática @ 100°C	ASTM D445	11.8	cSt
Viscosidad cinemática @ 40°C	ASTM D445	69.7	cSt
Índice de viscosidad	ASTM D2270	166	___
Punto de inflamación	ASTM D93	232	°C
Cenizas sulfatadas	ASTM D874	0.9	% peso

Fuente: Kendall, 2022 [13]

Mientras que el aceite lubricante semisintético Kendall GT-1 High Performance Motor Oil SAE 10W30 está conformado por una mezcla de aceites sintéticos y minerales; al igual que el aceite sintético posee aditivos de alto rendimiento que aumentan la resistencia a la oxidación, estabilidad a temperaturas elevadas y una protección adecuada en todas las condiciones de conducción, incluido el arranque en frío. Colabora en la maximización del rendimiento del motor y reduce la formación de humos en el escape. [13]

Tabla 3. Especificaciones técnicas del aceite Kendall GT-1 High Performance Motor Oil SAE 10W30

Parámetro	Método	Valor típico	Unidad
Densidad @ 15°C	ASTM D4052	0.866	g/ml
Viscosidad cinemática @ 100°C	ASTM D445	10.4	cSt
Viscosidad cinemática @ 40°C	ASTM D445	65.1	cSt
Índice de viscosidad	ASTM D2270	148	___
Punto de inflamación	ASTM D93	229	°C

Fuente: Kendall, [13]

Al desarrollar un análisis comparativo entre los aceites lubricantes seleccionados, las características y beneficios que presentan son similares, lo cual efectivamente minimiza la probabilidad de obtención de resultados sesgados; con respecto a la propiedades físicas existen ligeras diferencias en sus magnitudes, lo cual no incide de forma negativa en el estudio, pues el objetivo es determinar si existe una diferencia significativa entre la variación de viscosidad en función del kilometraje recorrido, mas no en la magnitud de la propiedad analizada.

En concordancia con todo lo antes abordado en el presente estudio se tiene como objetivo de la investigación el siguiente: realizar un análisis estadístico neutrosófico sobre la variación de viscosidad del aceite sae 10w30 semisintético y sintético en función del kilometraje recorrido.

2 Materiales y métodos

El proceso de investigación se basó en análisis cuantitativos, en función de las mediciones realizadas de la viscosidad cinemática del aceite sintético y semisintético SAE 10W30, mediante el uso de un viscosímetro de Stokes; el estudio se desarrolló en automóviles de servicio público, actuando el kilometraje recorrido del vehículo medido a partir del último cambio de aceite como variable independiente, para un adecuado procesamiento y análisis posterior.

Los vehículos seleccionados para el desarrollo de la investigación fueron automóviles de servicio público cuyo año de fabricación está comprendido entre 2019 y 2021, para evitar la incidencia directa de diferencias excesivas en el tiempo de servicio del motor, lo cual está demostrado en estudios previos que afectan la viscosidad de un aceite lubricante.

La información primaria se obtuvo bajo la modalidad de campo, al extraer el aceite lubricante del motor de los vehículos y medir los parámetros necesarios para la obtención de la viscosidad cinemática, en función del kilometraje recorrido, bajo las condiciones normales de operación del automotor.

La recopilación de la información se complementó a través de una investigación bibliográfica documental, con la finalidad de conocer la viscosidad cinemática del aceite SAE 10W30 tanto sintético como semisintético estipulados en catálogos de fabricantes; además de valores obtenidos previos, relacionados a la investigación a partir de fuentes secundarias como artículos científicos, los cuales presentan datos confiables y validados, para el estudio comparativo.

2.1 Población y muestra

La población correspondiente al estudio está determinada por el aceite usado en el motor de aproximadamente 2400 vehículos de servicio público que laboran en la ciudad de Ambato [14]; por lo que el cálculo del muestreo probabilístico es necesario para conocer el número de mediciones mínimo en cada kilometraje:

Tabla 4. Tamaño de la muestra

Parámetro	Símbolo	Valor
Población	N	2400
Nivel de confianza (95%)	Z	1.96
Error de estimación (10%)	e	0.1
Probabilidad de éxito (50%)	p	0.5
Probabilidad de fracaso (50%)	q	0.5
Tamaño de la muestra	n	92

La muestra está dada por 92 vehículos, que han sido sujetos a mediciones en los kilometrajes requeridos, para el desarrollo de la investigación. Los materiales y equipos requeridos para el desarrollo de la investigación se presentan en la Tabla 5.

Tabla 5. Materiales y equipos

Parámetro	Cantidad
Viscosímetro de Stokes	2
Aceite lubricante Kendall SAE 10W30 semisintético (gal)	230
Aceite lubricante Castrol SAE 10W30 sintético (gal)	230
Vehículos de servicio público (automóviles)	92
Bolas de acero	2
Cronómetro	4
Termómetro digital	2

2.2 Método neutrosófico

En el análisis de los resultados se emplean dos técnicas la descriptiva y la inferencial en la primera se presentan los resultados mediante gráficas y tablas mientras que en a segunda se dirige hacia conocer el nivel de significación.

En éste sentido, el nivel de significación neutrosófica α puede ser un conjunto, no necesariamente un número nítido como en la estadística clásica [15], [16], [17], [18-19]. Un valor P neutrosófico se define de la misma manera que en la estadística clásica: el nivel de significación más pequeño en el que se puede rechazar una hipótesis nula Ho.

La distinción entre el valor P clásico y el valor P neutrosófico es que el valor P neutrosófico no es un número nítido como en la estadística clásica, sino un conjunto (en muchas aplicaciones es un intervalo).

Para conocer la validez de los resultados se tuvo en cuenta lo siguiente: Valor P neutrosófico = P (z < z valor crítico, cuando Ho es verdadero). Donde P (*) significa probabilidad clásica calculada asumiendo que Ho es verdadero, la probabilidad de observar un valor estadístico de prueba es más extrema de lo que realmente se obtuvo.

Supongamos que uno ha calculado el valor P neutrosófico en el nivel particular de significancia α, donde α es un número positivo nítido.

1- Si max {neutrosopicp−valve} ≤ a, entonces rechace Ho en el nivel a.
2- Si min {neutrosopicp−valve} ≤ a, entonces no rechace Ho en el nivel a.
3- Si min {neutrosopicp−valve} < a < max min {neutrosopicp−valve} entonces hay una indeterminación.
4- Si max {neutrosopicp−valve} ≤ min {aN} rechace Ho en el nivel aN.
5- Si max {neutrosopicp−valve} ≤ min {aN } no rechace Ho en el nivel aN.
6- Si los dos conjuntos, los del valor P neutrosófico y el nivel de significancia neutrosófico aN se cruzan, uno tiene indeterminación. Y se puede calcular la posibilidad de rechazar Ho en aN y la posibilidad de no rechazar Ho en aN.

En estadística clásica, el valor P se calcula considerando la tabla de probabilidades normales estándar. a. El valor P es el área bajo la curva z a la derecha de z calculada, para la prueba z de cola superior. sí. El valor P es el área debajo de la curva z a la izquierda de la z calculada, para la prueba z de cola baja. C. El valor P es el doble del área capturada en la cola correspondiente a la z calculada, para la prueba z de dos colas.

3 Resultados y discusión

Después de haber realizado las mediciones de los parámetros necesarios para el cálculo de la viscosidad cinemática, se muestran los resultados de la media aritmética y desviación estándar en función del kilometraje recorrido a partir del último cambio de aceite, para cada uno de los lubricantes en estudio a intervalos iguales de aproximadamente 1000 km, medidos desde 0 hasta 7000 km, valor en el cual es recomendado el cambio del aceite por el fabricante.

Tabla 6. Parámetros estadísticos de la viscosidad cinemática a $100℃$ del aceite lubricante Sintético Kendall GT-1 Max Motor Oil SAE 10W30

Distancia recorrida $d\ (Km)$	Media aritmética $\nu\ (cSt)$	Desviación estándar $\sigma\ (cSt)$
0	12.1	0.753
1000	11.6	0.689
2000	11.2	0.730
3000	10.6	0.614
4000	10.3	0.592
5000	9.9	0.589
6000	9.6	0.565
7000	9.4	0.541

Tabla 7. Parámetros estadísticos de la viscosidad cinemática a 100℃ del aceite lubricante Semisintético Kendall GT-1 High Performance Motor Oil SAE 10W30

Distancia recorrida $d\ (Km)$	Media aritmética $v\ (cSt)$	Desviación estándar $\sigma\ (cSt)$
0	10.8	0.698
1000	10.1	0.654
2000	9.6	0.631
3000	9.1	0.629
4000	8.5	0.581
5000	8.1	0.548
6000	7.2	0.489
7000	6.6	0.453

En la figura que se muestra a continuación, se observan los valores obtenidos de viscosidad cinemática para cada uno de los aceites lubricantes en estudio.

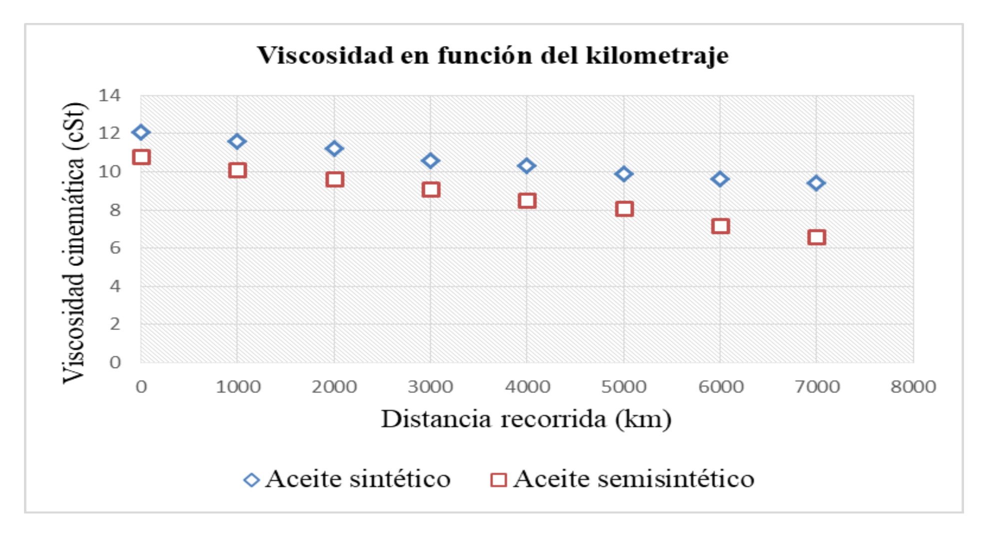


Figura 1. Valores de viscosidad cinemática en función de la distancia recorrida

4 Discusión

Después de realizar el análisis estadístico de los datos obtenidos de viscosidad del aceite en función del kilometraje recorrido del motor y con la finalidad de determinar si existen o no diferencias significativas entre la variación porcentual de la viscosidad cinemática y por ende del uso de un aceite lubricante sintético y uno semisintético se plantea la hipótesis nula y alternativa:

Tabla 8. Planteamiento de la hipótesis

Hipótesis	Símbolo	Descripción
Nula	H_o	No existe una diferencia significativa entre los porcentajes de degradación de viscosidad entre el aceite lubricante semisintético y sintético en función del kilometraje.
Alternativa	H_1	Existe una diferencia significativa entre los porcentajes de degradación de viscosidad entre el aceite lubricante semisintético y sintético en función del kilometraje.

A continuación, se muestra una tabla donde se especifica el porcentaje de variación de la viscosidad cinemática para cada uno de los aceites lubricantes en estudio, así como la diferencia entre ellos, parámetros necesarios para el desarrollo de la demostración de hipótesis.

Tabla 9. Porcentaje de variación de la viscosidad

Distancia recorrida $d\ (Km)$	Porcentaje de variación viscosidad		Diferencia porcentaje de variación P_v
	Sintético	Semisintético	
0	0,00	0,00	0,00
1000	-4,13	-6,48	2,35
2000	-7,44	-11,11	3,67
3000	-12,40	-15,74	3,34
4000	-14,88	-21,30	6,42
5000	-18,18	-25,00	6,82
6000	-20,66	-33,33	12,67
7000	-22,31	-38,89	16,57
Promedio			6,48
Desviación Estándar			5,21

En la siguiente figura se representan gráficamente los valores descritos en la tabla anterior, donde se aprecia que a medida que la distancia recorrida por el vehículo se incrementa, el porcentaje de variación de la viscosidad también; es decir, existe una relación directamente proporcional entre los parámetros en cuestión, donde a los 7000 km, el valor de variación correspondiente al aceite semisintético es aproximadamente el doble del valor análogo al aceite sintético.

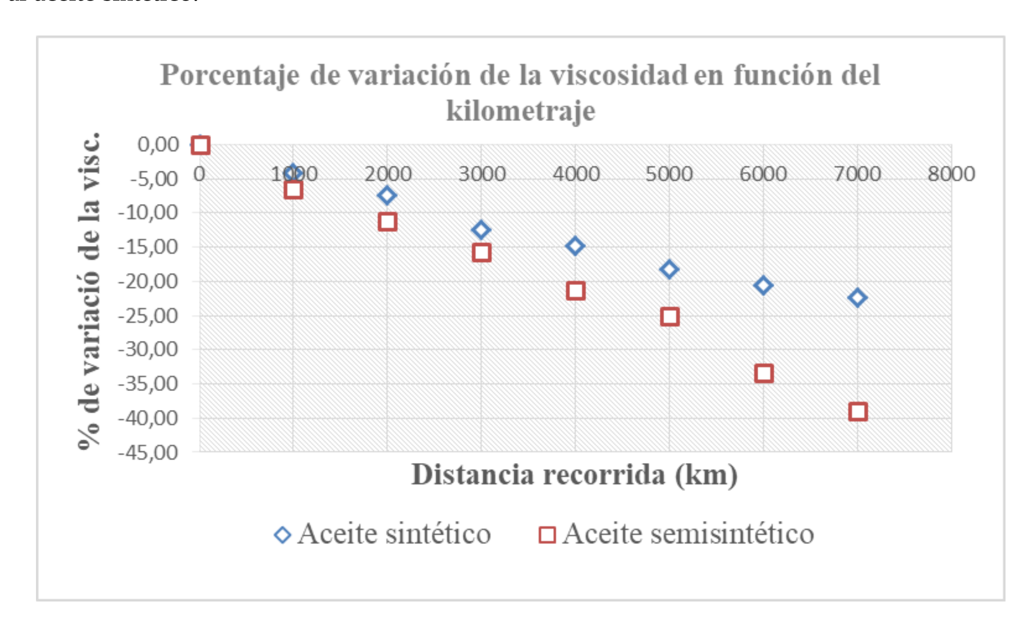


Figura 2. Porcentaje de variación de la viscosidad cinemática en función de la distancia recorrida

El estadígrafo seleccionado a aplicar es la prueba t Student, en función de que los datos se ajustan a una distribución normal, para cada uno de los kilometrajes en los que se realizaron las mediciones, de acuerdo con los resultados del test de Shapiro – Wilk; cuyos parámetros de los valores calculados y leídos se muestran en la tabla siguiente:

Tabla 10. Parámetros prueba t Student

Parámetro	Símbolo	Magnitud
Promedio diferencia porcentaje de variación	$\bar{x}$	6.48 %
Desviación estándar porcentaje de variación	S	5.21
Valor t student calculado	t_c	3.518
Nivel de significancia	α	0.05
Grados de libertad	gdl	7
Valor t student teórico	t_t	2.365

El valor de $t_c > t_t$; por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa que estipula que existe una diferencia significativa entre los porcentajes de degradación de viscosidad entre el aceite lubricante semisintético y sintético en función del kilometraje.

Sin embargo, al poseer promedios de valores de viscosidad en únicamente ocho kilometrajes diferentes, la prueba desarrollada para definir la normalidad de los datos de viscosidad obtenidos no tiene un índice elevado de confianza, lo cual se corrobora al observar la figura 1; es por esta razón que se opta además por hacer un estudio de demostración de hipótesis, considerando que los datos no se ajustan a una distribución normal, de acuerdo a la prueba de Wilcoxon, cuyos parámetros se presentan en la tabla siguiente.

Tabla 11. Parámetros prueba de Wilcoxon

Kilometraje	Media aritmética		Diferencia	Rango
	Sintético	Semisintético		
0	12,1	10,8	1,3	1
1000	11,6	10,1	1,5	2,5
2000	11,2	9,6	1,6	4
3000	10,6	9,1	1,5	2,5
4000	10,3	8,5	1,8	5,5
5000	9,9	8,1	1,8	5,5
6000	9,6	7,2	2,4	7
7000	9,4	6,6	2,8	8
Sumatoria de los rangos (T_c)				36
Nivel de significancia (α)				0.05
Valor crítico de Wilconson (T_t)				3

Al cumplirse $T_c > T_t$; se corrobora el resultado obtenido y se acepta la hipótesis: existe una diferencia significativa entre los porcentajes de degradación de viscosidad entre el aceite lubricante semisintético y sintético en función del kilometraje.

Conclusiones

Los aceites lubricantes seleccionados para el desarrollo de la investigación son GT-1 Max Motor Oil SAE 10W30 (Sintético) y GT-1 High Performance Motor Oil SAE 10W30 (Semisintético); ambos pertenecientes a la marca Kendall, al ser comercialmente aceptada en el mercado y por ende utilizada en los vehículos de servicio público, además se minimiza la probabilidad de sesgos en los resultados que podría conllevar el análisis de marcas diferentes.

Las mediciones de los parámetros necesarios para la obtención de la viscosidad cinemática se desarrollaron mediante el uso de un equipo denominado viscosímetro de Stokes, cuyo correcto funcionamiento fue corroborado al desarrollar el análisis con los aceites antes de ser utilizados, para comparar los resultados obtenidos con los estipulados por el fabricante, siendo favorable y por lo tanto aceptada la operatividad del método de medición seleccionado.

La interpretación de los resultados, mediante el un análisis neutrosófico inferencial permite identificar el nivel de validez de los resultados obtenidos en la muestra seleccionada, pues se obtuvieron diferencias significativas en la comparación realizada, lo cual probó la hipotesis planteada.

Referencias

[1] W, T. O Castillo.. *Principios de Tribología Aplicados en la Ingeniería Mecánica.* Alicante: Área de Innovación y Desarrollo. doi:http://doi.org/10.17993/IngyTec.2019.57, 2019

[2] S Goyal, A Agarwal, & R Sharma. Effect of Shear Rate and Temperature on the Viscosity of a Multigrade Engine Oil. Journal of Engineering Tribology, 138-147. doi:https://doi.org/10.1177/1350650118812263, 2019

[3] S Mahfouz, M Islam, & M Hasan. The effect of mileage on viscosity and viscosity index of used engine oil. Journal of Engineering Sciences, 271-286. doi:https://doi.org/10.3103/S1068798X20020131, 2020

[4] K Reddy, R Ahmad, & G Padmanabhan. Effect of Operating Conditions on the Viscosity of Engine Oils used in vehicles. Journal of Failure Analysis and Prevention, 859-867. doi:https://doi.org/10.1007/s11668-020-00860-4, 2020

[5] T Pereira, E Da Silva, & G Tavares. Determinazao experimental da viscosidade através do método de Stokes. Juazeiro do Norte: Instituto Federal Ceará, 2017

[6] V Popov, J Martín, S, M. Principios y aplicaciones de la mecánica de contacto en tribología, fricción y adherencia. Alicante: Universidad de Alicante. doi:https://doi.org/10.14198/pua.2020.meccon, 2020

[7] D Nolan, & L Temple. Data science in R: A case studies approach to computational reasoning and problem solving. CRC Press, 2018

[8] F Gravetter, & L Wallnau. Statistics: The Exploration and Analysis od Data. USA: Cengage Learning, 2016

[9] S Maxwell, y H Delaney. Designing experiments and analyzing data: A model comparison perspective. Routledge, 2018

[10] R Peck, C Olsen, & J Devore. The Exploration and Analysis od Data. USA: Cengage Learning, 2018

[11] F Corella. Caracterización de Aceites de Motor por sus Propiedades Ópticas. México: Universidad de Montemorelos, 2016

[12] L Vimos. Estudio comparativo de la composición y propiedades fisicoquímicas de aceites lubricantes automotrices comercializados en Riobamba. Riobamba, Ecuador: ESPOCH, 2021

[13] Kendall. Kendall Motor Oil. Obtenido de https://kendallmotoroil.com/wp-content/uploads/2020/05/Kendall-GT-1-Max-w-LiquiTek-GF6-ES.pdf, 2022

[14] ANT. *Agencia Nacional de Tránsito*. Obtenido de https://www.ant.gob.ec/, 2020

[15] J. Estupiñán, Diego Fernando Coka Flores, Jorge Alfredo Eras Díaz, y Karina Pérez Teruel. «An Exploration of Wisdom of Crowds using Neutrosophic Cognitive Maps». Neutrosophic Sets and Systems 37 (1): 2, 2020

[16] Edalatpanah, S. A., & Smarandache, F. (2019). Data envelopment analysis for simplified neutrosophic sets. Infinite Study.

[17] O. Mar, I. Santana, and J. Gulín, "Algoritmo para determinar y eliminar nodos neutros en el Mapa Neutrosófico Cognitivo," Neutrosophic Computing and Machine Learning, vol. 8, pp. 4-11, 2019.

[18] R. G. Ortega, M. Rodríguez, M. L. Vázquez, and J. E. Ricardo, "Pestel analysis based on neutrosophic cognitive maps and neutrosophic numbers for the sinos river basin management," Neutrosophic Sets and Systems, vol. 26, no. 1, pp. 16, 2019.
[19] von Feigenblatt, O. F. Trends and Debates in American Education: A Hispanic Perspective. Ediciones Octaedro, 2023.

Recibido: Agosto 29, 2023. **Aceptado:** Septiembre 26, 2023